

*С.М. Логвинков<sup>а</sup> (smlogvinkov@yandex.ru), В.Н. Шумейко<sup>б</sup>, Г.Н. Шабанова<sup>б</sup>,  
Н.С. Цапко<sup>а</sup>, А.А. Ивашура<sup>а</sup>, В.Г. Кобзин<sup>а</sup>, О.Н. Борисенко<sup>а</sup>*

*<sup>а</sup> Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнецца, <sup>б</sup> Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт”, г. Харьков, Украина*

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОЙ  
КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ БЕТОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И  
СООРУЖЕНИЙ**

**Logvinkov S.M., Shumejko V.N., Shabanova H.N., Tsapko N.S., Ivashura A.A.,  
Kobzin V.G., Borisenko O.N.**

**RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY OF HYDRO-INSULATING COMPOSITION FOR  
CONCRETE CONSTRUCTIONS AND BUILDINGS**

**Ключевые слова:** строительные материалы, гидроизоляционная композиция, кварцсодержащие отходы, гидроизоляция бетона, эксплуатационные характеристики, рациональная технология.

**Key words:** building materials, hydro-insulating composition, quartz-containing wastes, hydro insulation concrete, performance, efficient technology.

**Введение.** Строительное материаловедение является интенсивно развивающимся научным направлением не только в Украине, но и в подавляющем большинстве стран мира. В основе такого глобального процесса находятся возросшие потребности людей в зданиях и сооружениях, отвечающих современным воззрениям дизайнерства, функциональности и эксплуатационной надежности. Неразрывное единство науки и технологической практики строительства выдвигают бетон и железобетон в качестве основного конструкционного материала, способного наиболее масштабно и комплексно решать возникающие проблемы. Вместе с тем, бетон представляет собой капиллярнопористое тело и его структура является проницаемой для газов и жидкостей. Проникновение агрессивных газов и жидкостей является причиной коррозии бетона и снижения защитной его способности по отношению к арматуре в железобетонных конструкциях. Существуют различные экспертные оценки экономических потерь из-за коррозии бетонных конструкций и снижения несущей способности железобетона. Мнения исследователей из промышленно развитых стран сходятся на величине ущерба около 5 % от национального дохода этих стран.

Поэтому особенно актуальны задачи не только обеспечения плотности бетона и изделий из него на стадии изготовления, но и обработка поверхности бетонных конструкций гидроизоляционными покрытиями на доэксплуатационной стадии, а также на стадии ремонтно-восстановительных работ.

В строительстве применяются гидроизоляционные покрытия разных видов, но подавляющее их большинство способно работать “на прижим” (гидродинамический напор прижимает покрытие к поверхности защищаемого бетона) и совершенно не пригодно в условиях эксплуатации “на отрыв”. В конце XX века композиция “Хурех” (Канада) совершила научно-технический прорыв, так как выполненное из нее гидроизоляционное тонкое (до 1,5 мм) покрытие на поверхности бетона было способно работать не только “на прижим”, но и “на отрыв”, обеспечивая марку по водонепроницаемости  $W \geq 12$  атм. Подобные гидроизоляционные композиции обладают существенными преимуществами, так как могут применяться на доэксплуатационной и ремонтно-восстановительной стадиях строительных работ, особо эффективны для подземных сооружений из-за устранения трудоемких и не всегда возможных вскрышных земляных работ, способны восстанавливать, пассивировать и консервировать металлическую арматуру в железобетоне за счет наличия в их составе преобразователей ржавчины и ингибиторов коррозии. Принципиальный механизм действия таких композиций основан на том, что в их составе содержится однотипное с бетоном связующее – портландцемент, тонкодисперсный фракционированный наполнитель на основе кварца и добавка химических веществ, которая в условиях нанесения на обводненный бетон усиливает осмотическое давление и заставляет диффундировать растущие из состава композиции кристаллогидратные новообразования навстречу гидродинамическому потоку, втягивая в открытые поры бетона компоненты своего состава и запирая их не только механически частицами наполнителя, но и вовлекает частицы наполнителя в рост кристаллогидратов.

Технология гидроизоляционных композиций проникающего типа (“Thoroseal” (Бельгия), “Penetron” (США), “Osmoseal” (Италия), “Vandex” (Швейцария)) предусматривает применение малоэффективного и энергоемкого сухого измельчения твердых кварцсодержащих ингредиентов, а также фракционирование, дозировку и длительное смешивание тонкодисперсных порошков с химическими добавками [1 – 6]. Возможность использования в таких композициях крупнотоннажных промышленных отходов различных производств в качестве отдельных компонентов или комбинации из них, – не только способно решить экологическую проблему утилизации пылящих

кварцосодержащих отходов, но и существенно повысить технико-экономические показатели производства и конкурентоспособность технологических решений.

Цель исследований заключалась в определении эксплуатационных характеристик гидроизоляционной композиции проникающего типа, в составе которой применены отходы производства фосфорных минеральных удобрений, а в технологии – стадии длительного помола кварцевого песка и его фракционирования заменены кратковременной механохимической активацией отдозированных компонентов с уменьшенной по сравнению с базовым вариантом [6] концентрацией химических добавок.

**Исходные положения.** Научная гипотеза исследований заключалась в том, что в составе гидроизоляционной композиции [6] можно осуществить замену одного из основных ингредиентов (тонкодисперсный кварцевый песок определенного фракционного состава) и часть компонентов химической добавки кварцосодержащим отходом промышленного производства без потери эксплуатационной надежности покрытий из таких композиций. Подобная замена не является строго тождественной из-за вариаций химического и минералогического состава отходов промышленности, что переводило поиск решения из области инженерных задач в область научных исследований и требовало выполнения не только корректировочных расчетов, но и проведение серии экспериментов по корректировке рецептурно-технологических параметров состава и способа изготовления гидроизоляционной композиции наряду с изучением функциональных возможностей. В связи с тем, что до настоящего времени не существует технологических условий и стандартных методов испытаний гидроизоляционных композиций проникающего типа, – для определения их свойств и эксплуатационных покрытий привлекались два независимых испытательных сертификационных центра, аккредитованных в системе УКРСЕПРО. Выбираемые методы испытаний согласовывались и были в максимально возможной мере адаптированы к стандартным методам испытания бетонных образцов. Условия проведения всех испытаний однотипны: температура воздуха  $20 \pm 2$  °С, относительная влажность  $75 \pm 5$  %, атмосферное давление – 745 мм рт.ст.

**Материалы и методы исследований.** Разрабатываемая гидроизоляционная композиция готовилась на основе материалов, необходимых для изготовления базовой композиции [6] за исключением кварцевого песка. Кроме того в разрабатываемый состав гидроизоляционной композиции вводился ингредиент на основе отходов – шлама комплексной переработки обедненной фосфат-глауконитовой породы (Ново-Амвросиевского месторождения) производства фосфорных удобрений, а так-

же химические добавки органических веществ, обеспечивающие коллоидную защиту определенным компонентам композиции и редиспергирующий эффект в необходимый момент гидратационного твердения покрытия. В качестве органических химических добавок применяли компоненты для формирования коллоидной защиты на базе поливинилацетата (полимер на основе  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ) и полибутилакрилата (полимер на основе  $\text{H}_9\text{C}_4-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_4\text{H}_9$ ), рациональное использование которых установлено для близких по технической сути решений [7].

Высушенный при  $110\text{ }^\circ\text{C}$  (до отсутствия изменений массы) шламовый отход по результатам химического анализа средней пробы имеет оксидный состав (масс. %):  $\text{SiO}_2 - 98,8$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,1$  и  $\text{NO}_3^- - 1,1$ . Минимальное содержание  $\text{SiO}_2$  зарегистрировано на уровне  $95,9$  масс. %, при исследовании одной из 15 квартованных проб, потери при прокаливании которой составили  $0,7$  % и содержащей также (масс. %):  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 0,6$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,3$ ;  $\text{CaO} - 1,4$ ;  $\text{MgO} - 0,05$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,1$ ;  $\text{K}_2\text{O} - 0,23$ ;  $\text{Na}_2\text{O} - 0,2$ ;  $\text{F} - 0,2$ ; нерастворимый остаток –  $0,62$ . По результатам петрографических исследований проб высушенного шлама в иммерсиях (ИЖ-1) под поляризационном микроскопом МИН-8 отмечается, кроме низкотемпературного кварца, наличие полевых шпатов и талькогидрослюдистых минералов, оптические показатели которых не удалось точно определить из-за малой количественной их представленности в общем составе. Результатами рентгенофазовых исследований в пробах отмечено наличие следовых количеств кристаллических веществ, идентифицированных в форме низкотемпературной модификации кварца  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ;  $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ;  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ;  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 1,24\text{H}_2\text{O}$ . Уточнение содержащихся в пробах шлама микропримесей с применением инфракрасной фурье-спектроскопии [8] позволило зарегистрировать следы карбоксильных групп, в том числе частично ионизированных, а также наличие метиленовой группы, указывающей на присутствие органических микропримесей. Кроме того, исследования [8] позволили подтвердить наличие в анализируемых отходах не только талька и гидрослюд, но и конкретизировать минеральные разновидности полевых шпатов, среди которых триклинный микроклин и моноклинный ортоклаз  $\text{K}[\text{AlSi}_4\text{O}_8]$  присутствуют в подчиненном количестве, а преобладает натрий замещенная форма санидина  $(\text{K},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$ . Карбонатные минералы в исследуемых пробах представлены в основном не кальцитом  $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ , а более сложными соединениями – хунтитом  $\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_4$  и гидромагнетитом  $\text{Mg}_5[(\text{OH})(\text{CO}_3)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . В этом исследовании [8] устанавливалось и малое содержание в анализируемом отходе глинистого минерала в виде замещенной формы монтмориллонита  $[(\text{Al},\text{Fe},\text{Mg},\text{Ca})_2(\text{OH})_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

Для изготовления контрольных образцов и образцов под наносимое покрытие из гидроизоляционной композиции оптимизированного состава применяли портландцемент ПЦ II/A-Ш-400 (ДСТУ Б В.2.7-46) и песок (ДСТУ Б В.2.7-32). Цементно-песчаный раствор (1:2,5) корректировался по консистенции 110 – 120 мм по ГОСТ 310.4 и расход материалов для образцов составлял (кг/м<sup>3</sup>): цемент – 551, песок – 1377 и вода – 303. Для одного испытательного центра образцы готовили с применением песка, модуль крупности которого  $M_k = 1,0$ , а для другого –  $M_k = 2,4$ . Во втором испытательном центре в ряде исследований определялись и характеристики оригинальных материалов Osmoseal и Хурех “Concentrate”, а некоторые сравнения осуществлены с указанными [9] свойствами зарубежных аналогов. Условия твердения образцов – над поверхностью воды, на воздухе с относительной влажностью не менее 90 %. Время твердения образцов до нанесения покрытия 28 суток. Условия нанесения и ухода за покрытием идентичны рекомендуемым для Хурех (4 разовое увлажнение водой в течение каждых из 14 суток до начала испытаний). Контрольные образцы хранились и смачивались аналогично. Все испытания проводились на статистически представительных сериях образцов.

Морозостойкость по ДСТУ Б В.2.7-47 предусматривала проверку образцов (100 × 100 мм) по потере прочности на сжатие при ускоренной методике испытаний (45 и 75 циклов “заморозка – оттаивание” в 5 % растворе NaCl). Покрытие наносилось на все грани образцов шпателем (толщина до 1,5 мм).

Водопоглощение по ГОСТ 12730.3 определялось на образцах в форме балочек (40 × 40 × 160 мм), все грани которых имели покрытие, способ нанесения и толщина которого аналогичны вышеприведенному.

Коррозионная стойкость покрытий определялась в соответствии с ГОСТ 25881:

– в 5 % растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – кислотостойкость;

– в 5 % растворе NaOH – щелочестойкость;

– в минеральном машинном масле марки МС-10 – маслостойкость.

Испытания на коррозионную стойкость также выполняли на образцах в форме балочек (40 × 40 × 160 мм), все грани которых имели покрытие. Конечный срок выдержки испытываемых и контрольных образцов в агрессивных средах – 60 суток. Кроме того, определяли способность покрытия противостоять диффузии хлоридов, когда такие же образцы выдерживали 70 суток в 5 % растворе NaCl. После окончания срока выдержки балочки раскалывали близко к центру, на поверхность скола наносили 0,1 % водный раствор нитрата серебра и по толщине слоя раствора с об-

разовавшимся светлым налетом рассчитывали среднюю глубину проникновения хлоридов вглубь материала образцов.

Способность покрытия сохранять газопроницаемость определялась по глубине карбонизации материала образцов. Испытания проводили также на образцах в форме балочек, аналогичных предыдущим, которые вначале выдерживали в герметичной камере в воздушно-влажной среде (влажность  $75 \pm 3 \%$ , температура  $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) до стабилизации постоянного веса, затем через редуктор от газового баллона с  $\text{CO}_2$  обеспечивали замещение воздуха углекислым газом (объемная концентрация  $\text{CO}_2 - 10 \pm 5 \%$ ) и выдерживали течение 7 суток. По окончании срока испытаний балочки раскалывали близко к центру, на скол наносили 0,1 % спиртовой раствор фенолфталеина и по глубине окрасившегося в малиновый цвет раствора рассчитывали среднюю толщину карбонизировавшегося слоя мелкозернистого бетона образцов. Концентрация  $\text{CO}_2$  контролировалась газоанализатором ГиАМ-14.

**Результаты исследований и обсуждение.** По результатам испытаний и абсолютным значениям характеристик с разработанным покрытием, контрольных образцов без покрытия и образцов с покрытиями – аналогами были определены соответствующие эффекты улучшения свойств от нанесения покрытий:

$$E = |X_n - X_c| \cdot 100\% / X_c,$$

где  $X_n, X_c$  – величина характеристики образцов с покрытиями и контрольных образцов без покрытия, соответственно.

Такая форма представления результатов испытаний (таблица 1) наиболее эффективна для сопоставительного анализа достоинств и недостатков гидроизоляционных покрытий различных составов и марок.

Кроме того, при исследовании коррозионной стойкости определялось изменение предела прочности образцов при 3-х точечном изгибе и путем сравнения с исходными образцами, рассчитывался коэффициент стойкости (таблица 1).

Результаты исследований показывают, что заявленных по рекламным проспектам марок по водонепроницаемости импортные покрытия – аналоги не обеспечивают. Вместо заявленных значений  $W \geq 12$  на любых типах бетонов марка водонепроницаемости аналогов не превышает  $W = 6$  при исходной водонепроницаемости мелкозернистого бетона под покрытие  $W = 3$ . Вместе с тем, импортные аналоги достаточно эффективны, увеличивая водонепроницаемость бетона с покрытием в два раза, но существенно уступают по основной функции разработанному составу

Таблица 1 – Результаты исследований

Показатель		Испытательный центр					
		№ 1			№ 2		
		Без покрытия	С покрытием	Без покрытия	С покрытием	Хурех	Osmoseal
Морозостойкость	Изменение прочности после 45 циклов, %	-57	-25	-	-	-	-
	Эффект (уменьшение потери прочности), %	0	56	-	-	-	-
	Изменение прочности после 75 циклов, %	-100	-32	-	-	-	-
	Эффект (уменьшение потери прочности), %	0	68	-	-	-	-
Водонепроницаемость	Гидростатическое давление, атм.	2	7	3	8	6	6
	Эффект (увеличение), %	0	250	0	167	100	100
Кислотостойкость	Коэффициент стойкости	0	0,73	-	-	-	-
	Изменение массы, г	-80	-50	-72	-35	-12	-65
	Эффект (уменьшение потери массы), %	0	38	0	51	83	10
Щелочестойкость	Коэффициент стойкости	0	1,04	-	-	-	-
	Изменение массы, г	+0,7	+0,1	-	-	-	-
	Эффект (уменьшение потери массы), %	0	86	-	-	-	-
Маслостойкость	Коэффициент стойкости	0	1,21	-	-	-	-
	Изменение массы, г	+4,2	+8,0	-	-	-	-
	Эффект (увеличение прироста массы), %	0	90	-	-	-	-
Диффузия хлоридов	Глубина диффузии, мм	19,2	13,0	9,3	3,9	4,7	4,6
	Эффект (уменьшение), %	0	32	0	58	49	51
Карбонизация	Глубина карбонизации, мм	2,7	0,9	5,0	1,2	2,4	1,5
	Эффект (уменьшение), %	0	67	0	76	52	70

покрытия – гидроизоляционная способность которого выше, чем у аналогов в 1,67 раза и на более мелкозернистых бетонах их эффективность возрастает (250 % для бетона в испытательном центре № 1, см. таблицу 1). Таким образом, разработанный состав эффективен для гидроизоляционных покрытий и обеспечивает повышение водонепроницаемости бетонов с исходной маркой  $W = 2 - 3$  до  $W = 7 - 8$ .

Следующее важное обстоятельство установлено результатами испытаний – разработанный состав не только эффективно выполняет функцию гидроизоляции, но способствует повышению прочности и морозостойкости бетонных образцов (таблица 1). Предел прочности при сжатии контрольных образцов имел значение 16 МПа, уменьшался вдвое после 45 циклов замораживания-оттаивания и фактически терял несущую способность через 75 циклов (до 0,1 МПа). При аналогичных испытаниях образцы с разработанным покрытием показывали средние значения предела прочности при сжатии 19, 14 и 12 МПа, соответственно.

Не менее важно отметить, что разработанный состав покрытия можно применять для гидроизоляции объектов строительства, эксплуатирующихся в условиях воздействия различных агрессивных сред. Кислотостойкость образцов с покрытием увеличивается на 38 и 51 %, по результатам исследований в 1 и 2 испытательных центрах (таблица 1). Этот показатель выше всего у состава-аналога Хурех, но для разработанного покрытия он выше, чем у состава-аналога Osmoseal. Щелочестойкость для разработанного покрытия увеличивается более существенно (на 86 %), чем кислотостойкость. Это обстоятельство согласуется с основным характером гидратных новообразований цементного камня и объясняет изменение характера потерь массы образцов – с уменьшения при кислотной коррозии, на рост при щелочной коррозии (таблица 1). Рост массы образцов также отмечался при испытаниях на маслостойкость, которая повышается на 90 % при применении разработанного состава покрытия, но однозначной трактовке не поддается без проведения специальных исследований. Разработанная композиция для покрытия более эффективно (повышение на 58 %) противодействует диффузии хлоридов в защищаемый бетон по сравнению с покрытиями из составов-аналогов (49 % эффект от Хурех и 51 % от Osmoseal). По данным испытаний центра № 1 эффективность противодействия диффузии хлоридов несколько меньше (32 %), что по нашему мнению обусловлено, в основном, структурно-фазовыми отличиями цементного камня образцов под наносимые покрытия: различный модуль крупности кварцевого песка и разные партии портландцемента. Оценка коэффициента раздвижки зерен наполнителя в твердеющем цементном камне образцов в испытательном центре № 1 дает значения  $\mu = 1,12$  (оптимум

1,14), что указывает на достаточно плотную, мелкозернистую и мелкопористую структуру материала [10]. Вероятно, для очень малых по размеру ионов хлора подобная структура бетона лишь увеличивает вариантность путей диффузии вглубь образцов. Для более крупнопористой структуры бетонных образцов во 2 испытательном центре поровое пространство по характеру строения ближе к четочной модели. В крупных порах более вероятно накопление продуктов коррозии, через которые вынуждены диффундировать новые порции хлорид-ионов. Лимитирование процесса коррозии в этом случае более существенно способно уменьшить глубину диффузии. Аналогичная ситуация зафиксирована при проверке глубины зоны карбонизации, что косвенно подтверждает наличие отмеченных структурно-фазовых причин при диффузии агрессивных сред в исследованных образцах. По противодействию карбонатной коррозии разработанный состав покрытия более эффективен, чем аналоговые составы (67 и 76 % по данным испытательных центров № 1 и № 2 по сравнению с 52 % у Хурех и 70 % у Osmoseal), а газопроницаемость – ниже. Отметим, что разработанная композиция и аналоговый состав Хурех формируют гидрофильное покрытие, а аналоговый состав Osmoseal – гидрофобное.

**Выводы.** Результаты испытаний разработанной композиции для гидроизоляции бетонных образцов показали высокую эффективность по увеличению основной эксплуатационной характеристики – водонепроницаемости, а также улучшение других важных показателей (прочность, морозостойкость, коррозионная стойкость по отношению к агрессивным средам разного вида и агрегатного состояния). Разработанная композиция по всем исследованным характеристикам превышает таковые у лучших мировых аналогов, лишь незначительно уступая по повышению кислотостойкости покрытия на основе Хурех. Рецептурно-технологические особенности производства разработанной композиции создают ряд дополнительных конкурентных преимуществ:

1. утилизируются крупнотоннажные отходы промышленного производства, накапливающиеся в шламоборниках и ухудшающие экологическую обстановку;
2. не требуется применять дефицитные кварцевые пески, месторождения которых ограничены;
3. снижается количество химически чистых веществ, используемых в качестве исходных ингредиентов композиции;
4. применяться композиция может как на доэксплуатационной стадии строительных бетонных конструкций, так и на стадии ремонтно-восстановительных

работ различных сооружений, особенно, подземных и находящихся в условиях воздействия коррозионных сред;

5. значительно уменьшается время гомогенизации химических добавок в гетерогенном составе композиции и устраняется длительная и энергоемкая технологическая операция – помол кварцсодержащих компонентов.

### **Литература**

1. Кондращенко Е.В., Костюк Т.А. Обоснование подбора и способа введения добавок в бетоны // Вісник НТУ “ХПІ”. – 2008. – № 33. – С. 143–150.
2. Плуґін А.А., Бабушкін В.І., Костюк Т.А. Управління міцністю дрібнозернистого бетону одразу після формування на основі урахування електроповерхневих властивостей його складових // Науковий вісник будівництва. – 1999. – Вип. 7. – С. 63–67.
3. Бабушкин В.И., Кондращенко Е.В. О влиянии коллоидно-химических и осмотических явлений на процессы гидратации вяжущих веществ и бетонов // Вісник НТУ “ХПІ”. – 2000. – № 105. – С. 104–112.
4. Костюк Т.А., Кондращенко Е.В. О формировании структуры проникающей гидроизоляции // Науковий вісник будівництва. – 2007. – Вип. 43. – С. 138–141.
5. Пат. 73395 Україна, МПК<sup>7</sup> С 04 В 28/00, С 04 В 22/06, С 04 В 41/00. Композиція проникної дії для відновлювання зруйнованого бетону / В.І. Бабушкін, О.В. Кондращенко, Т.О. Костюк [та ін.]. – № 2003065846; заявл. 24.06.2003; опубл. 15.07.2005, Бюл. № 7.
6. Пат. 43448 Україна, МПК<sup>7</sup> С 04 В 28/00, С 04 В 14/06. Гідроізоляційна композиція / С.М. Логвінков, В.М. Тарасенко, О.Р. Духовний – № 98126820; заявл. 23.12.1998; опубл. 17.12.2001, Бюл. № 11.
7. Исследование минеральных добавок к композициям на основе высокоглиноземистого цемента методом инфракрасной фурье-спектроскопии / С.М. Логвинков, В.Н. Шумейко, Г.Н. Шабанова [и др.] // Огнеупоры и техническая керамика. – 2012. – № 10. – С. 16–23.
8. Пат. 74792 Україна, МПК<sup>7</sup> С 04 В 22/06, С 04 В 24/24, С 04 В 28/02, С 04 В 35/66, С 04 В 103/32. Комплексна домішка для вогнетривких неформованих мас та бетонів / С.М. Логвінков, В.М. Шумейко, Г.М. Шабанова [та ін.]. – № u201205200; заявл. 27.04.2012; опубл. 12.11.2012, Бюл. № 21.
9. Розенталь Н.К., Чехний Г.В. Новые материалы для повышения водонепроницаемости бетона в конструкциях // Бетон и железобетон. – 1995. – № 5. – С. 29–31.

10. Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них: в 3 т. / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, О.А. Калинин [и др.]; под ред. А.Н. Плугина. – К.: Наукова думка, 2012. – Т.3: Теория прочности, разрушения и долговечности бетона, железобетона и конструкций из них. – 287 с.

### **References**

1. Kondrashhenko E.V., Kostjuk T.A. The grounding the selection and method of addition of admixtures in concrete // *Visnik NTU "HPI"*. – 2008. – No. 33. – P. 143–150.
2. Plugin A.A., Babushkin V.I., Kostjuk T.A. Control the strength of fine-grained concrete immediately after the formation taking into consideration electro-surface properties of its components // *Naukovij visnik budivnictva*. – 1999. – Vol. 7. – P. 63–67.
3. Babushkin V.I., Kondrashhenko E.V. About the influence of colloid-chemical and osmotic phenomena on the processes of hydration of binders and concretes // *Visnik NTU "HPI"*. – 2000. – No. 105. – P. 104–112.
4. Kostjuk T.A., Kondrashhenko E.V. On the formation of structure of penetrating waterproofing // *Naukovij visnik budivnictva*. – 2007. – Vol. 43. – P. 138–141.
5. Pat. 73395 Ukraine, MPK<sup>7</sup> C 04 B 28/00, C 04 B 22/06, C 04 B 41/00. Composition of penetrating action for recovery of destroyed concrete / V.I. Babushkin, O.V. Kondrashhenko, T.O. Kostjuk [et al.]. – № 2003065846; decl. 24.06.2003; publ. 15.07.2005, Bul. № 7.
6. Pat. 43448 Ukraine, MPK<sup>7</sup> C 04 B 28/00, C 04 B 14/06. Waterproofing composition / S.M. Logvinkov, V.M. Tarasenko, O.R. Duhovnij. – № 98126820; decl. 23.12.1998; publ. 17.12.2001, Bul. № 11.
7. The study of mineral additives for compositions based on high alumina cement by infrared Fourier-transform spectroscopy method / S.M. Logvinkov, V.N. Shumejko, G.N. Shabanova [et al.] // *Ogneupory i tehničeskaja keramika*. – 2012. – No. 10. – P. 16–23.
8. Pat. 74792 Ukraine, MPK<sup>7</sup> C 04 B 22/06, C 04 B 24/24, C 04 B 28/02, C 04 B 35/66, C 04 B 103/32. The complex additive for refractory unshaped masses and concrete / S.M. Logvinkov, V.M. Shumejko, G.M. Shabanova [et al.]. – № u201205200; decl. 27.04.2012; publ. 12.11.2012, Bul. № 21.
9. Rozental' N.K., Chehnij G.V. New materials for improving the water resistance of concrete in the construction // *Beton i zhelezobeton*. – 1995. – No. 5. – P. 29–31.
10. Fundamentals of the theory of hardening, strength, fracture and durability of Portland cement, concrete and structures made from them: in 3 vol.] / A.N. Plugin, A.A. Plugin,

O.A. Kalinin [et al.]. – Kiev: Naukova dumka, 2012. – T. 3: The theory of strength, fracture and durability of concrete, reinforced concrete and its constructions. – 287 p.